

Translation of Abstract of EP0275430A2

Device for Displaying Radar Targets during the Laboratory
Testing of Radar Viewfinders

Device for representing radar targets during the laboratory testing of radar viewfinders. A device, which is constructed as simply as possible, should be provided in order to simulate, during the laboratory testing of radar viewfinders, the proportions of free space with a target moving inside of it and emitting radar radiation. For this purpose, a radar-echo-free chamber is formed as a hollow body (16), which may be swiveled about the radar viewfinder and acts as a radiation trap. A radar transmitter (18) is situated in this hollow body (16).

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 87117788:7

Int. Cl. 4: **G01S 3/02**, **G01R 29/10**,
F41G 7/00

Anmeldetag: 02.12.87

Priorität: 21.01.87 DE 3701535

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.07.88 Patentblatt 88/30

Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

Anmelder: Bodenseewerk Gerätetechnik
GmbH
Alte Nussdorfer Strasse 15 Postfach 1120
D-7770 Überlingen/Bodensee(DE)

Erfinder: Platt, Karl Ernst, Dipl.-Ing.
Zum Kretzer 26
D-7770 Überlingen(DE)
Erfinder: Scherer, Nicolaus Harald Ernst, Dr.
Frohsinnstrasse 18
D-7770 Überlingen(DE)

Vertreter: Weisse, Jürgen, Dipl.-Phys. et al
Patentanwälte Dipl.-Phys. Jürgen Weisse
Dipl.-Chem. Dr. Rudolf Wolgast Bökenbusch
41 Postfach 11 03 86
D-5620 Velbert 11 Langenberg(DE)

Vorrichtung zur Darstellung von Radarzielen bei der labormässigen Untersuchung von Radarsuchern.

Vorrichtung zur Darstellung von Radarzielen bei der labormässigen Untersuchung von Radarsuchern. Es soll eine möglichst einfach aufgebaute Vorrichtung geschaffen werden, um bei der labormässigen Untersuchung von Radarsuchern die Verhältnisse des freien Raumes mit einem darin bewegten, Radarstrahlung aussendenden Ziel nachzubilden. Zu diesem Zweck ist eine radarechofreie Kammer als um den Radarsucher schwenkbarer Hohlkörper (16) ausgebildet, der als Strahlenfalle wirkt. In diesem Hohlkörper (16) ist ein Radarsender (18) angeordnet.

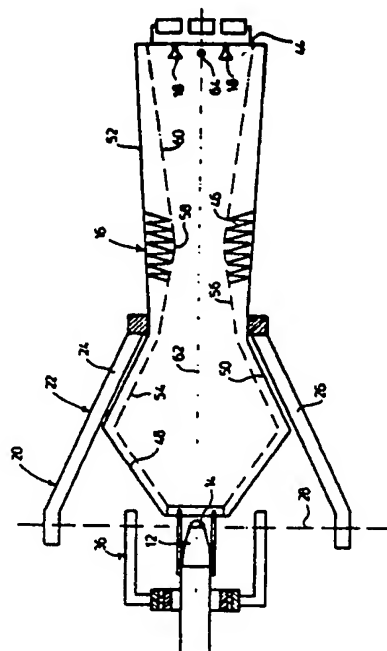


Fig 1

EP 0 275 430 A2

Vorrichtung zur Darstellung von Radarzielen bei der labormäßigen Untersuchung von Radarsuchern. Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Darstellung von Radarzielen im Rahmen labormäßiger Untersuchungen des Verhaltens von Radarsuchern oder von Multimodesuchern mit Radarkanal.

(a) bei welcher durch eine radarechofreie Kammer eine Umgebung für einen mit einem Empfänger versehenen Radarsucher geschaffen wird, die bezüglich der am Ort des Empfängers messbaren Radarstrahlung den Bedingungen des freien Raumes nahekommt und

(b) in welcher Radarstrahlen aussendende Mittel angeordnet sind.

Insbesondere betrifft die Vorrichtung die Darstellung aktiver Radarziele.

Zur Prüfung des Verhaltens von mit einem Sucher versehenen Flugkörpern ist das sog. "HWIL-Simulationsverfahren gebräuchlich (HWIL-Hardware-in-the-loop). Dabei wird der Sucher eines realen Flugkörpers mit Strahlung beaufschlagt, wie er sie im tatsächlichen Einsatz empfangen würde. Es wird dann die Reaktion des Flugkörpers oder des Suchers auf diese Strahlung abgegriffen und beispielsweise in einen Rechner eingegeben, der das aerodynamische Verhalten des Flugkörpers simuliert. Es tritt dabei das Problem auf, die vom Sucher im tatsächlichen Einsatz vom Ziel empfangene Strahlung, beispielsweise Radarstrahlung, darzustellen. Im freien Raum fällt die Strahlung vom Ziel nur in direkter Linie auf den Empfänger des Suchers. Es sind keine Wände o.dgl. vorhanden, an denen eine Reflexion der Strahlung erfolgt. Diese Verhältnisse müssen im Labor nachgebildet werden.

Es sind hierzu radarechofreie Kammern bekannt. Das sind grobe Hallen, in denen der gesamte zu untersuchende Flugkörper oder Sucher angeordnet wird. Die Wände dieser Hallen sind mit einer Vielzahl dicht nebeneinander angeordneter Spitzen versehen. Diese Ausbildung der Wände verhindert, daß von einem Sender ausgehende Radarstrahlen an den Wänden in Richtung auf den Sucher reflektiert werden. Vielmehr ist sichergestellt, daß Radarstrahlen an diesen Wänden sehr schnell absorbiert werden. Auf diese Weise wird die Eigenschaft des freien Raumes nachgebildet, kein Radarecho zu liefern.

Zur Darstellung bewegter, Radarstrahlen aussendender Ziele in diesen radarechofreien Kammern werden verschiedene Verfahren angewandt:

Es ist bekannt, die Bewegungen von Sucher und Ziel vom inertialen Bezugssystem in das Sichtlinien Bezugssystem zu transformieren und die Signale im Sucher elektrisch zu korrigieren. Das Ziel, nämlich der Sender der Radarsignale, ist dabei feststehend angeordnet. Die Bewegung des

Ziels wird simuliert, also nicht physikalisch dargestellt. Diese Lösung läßt jedoch einige Probleme echter Sucher unberücksichtigt. Sie ist einer Anordnung mit einem tatsächlich räumlich gegenüber dem Sucher bewegten Ziel nicht gleichwertig.

Es ist weiterhin bekannt, einen Radarsender innerhalb einer radarechofreien Kammer durch mechanische Transporteinrichtungen physikalisch relativ zu dem Sucher zu bewegen. Die auf diese Weise darstellbaren Winkelbereiche der Sichtlinie sind sehr beschränkt. Große Winkelbereiche, in denen die Sichtlinie verändert werden kann, erfordern große Abmessungen der radarechofreien Kammer und aufwendige Transporteinrichtungen für den Radarsender.

Es ist weiterhin eine Vorrichtung bekannt, bei welcher die Bewegung des Ziels durch phasengesteuerte Antennen in der radarechofreien Kammer dargestellt wird. Es wird dort also nicht eine als Radarsender dienende Antenne mechanisch bewegt, sondern es ist eine Reihe von feststehenden Antennen vorgesehen, die bezüglich Amplitude und oder Phase derart angesteuert werden, daß ein bewegtes scheinbares Strahlungszentrum erhalten wird. Abhängig vom geforderten Sichtlinienschenkbereich und von der geforderten Winkelgenauigkeit erfordert diese Art der Darstellung bewegter Ziele eine sehr grobe Anzahl von aufwendigen Antennen.

Allen bekannten Lösungen gemeinsam ist, daß sie außerordentlich aufwendig sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, an einem auf Radar ansprechenden Sucher die Verhältnisse des freien Raumes mit einem darin bewegten, Radarstrahlung aussendenden Ziels mit möglichst geringem Aufwand nachzubilden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einer Vorrichtung der eingangs definierten Art große Azimut- und Elevationswinkel der Sichtlinie darzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Vorrichtung der eingangs definierten Art dadurch gelöst, daß

(c) die radarechofreie Kammer von einem um den Radarsucher schwenkbaren Hohlkörper gebildet

(d) der Hohlkörper eine solche Form hat, daß er als Strahlenfalle wirkt,

(e) in diesem Hohlkörper wenigstens ein Radarsender fest angeordnet ist.

Es wird also nicht eine aufwendige hallenartige radarechofreie Kammer verwendet, in welcher der Suchkopf angeordnet ist, sondern als radarechofreie Kammer dient ein Hohlkörper, der um den Suchkopf herum beweglich ist. Die Form dieses Hohlkörpers ist so gewählt, daß er als Strahlenfalle wirkt, also die auf die Wandungen des Hohlkörpers fallende Radarstrahlung, auch wenn sie von diesen

Wandungen reflektiert wird, nicht in Richtung des Suchkopfes reflektiert werden kann. Damit kann eine Beaufschlagung des Suchkopfes mit "indirekter" Radarstrahlung oder Radarechos auch bei Verwendung einer relativ kleinen und damit verschwenkbaren radarechhofreien Kammer sicher ausgeschlossen werden. In diesem Hohlkörper ist der Radarsender fest angeordnet. Es können mit einer solchen Konstruktion relativ große Winkel der Sichtlinie von beispielsweise $+ 60^\circ$ in Azimut und Elevation dargestellt werden.

Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörige Zeichnung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine Vorrichtung zur Darstellung aktiver Radarziele im Rahmen labormäßiger Untersuchungen des Verhaltens von Radarsuchern.

Fig. 2 zeigt schematisch-perspektivisch die kardanische Lagerung des Suchkopfes und der radarechhofreien Kammer.

Mit 12 ist ein Radarsuchkopf eines Flugkörpers bezeichnet. Der Radarsuchkopf 12 enthält einen (nicht 80 dargestellten) mit einem Empfänger versehenen Radarsucher. Der Radarsuchkopf 12 ist in noch zu beschreibender Weise kardanisch um einen Kardanmittelpunkt 14 schwenkbar gelagert und in bekannter Weise auf ein Radarstrahlen aussendendes Ziel ausrichtbar. Um für den Radarsucher eine Umgebung zu schaffen, die bezüglich der am Ort des Empfängers mebbaren Radarstrahlung den Bedingungen des freien Raumes nahekommt, ist eine radarechhofreie Kammer vorgesehen. In der radarechhofreien Kammer sind Radarstrahlen aussendende Mittel in Form eines Radarsenders vorgesehen. Die radarechhofreie Kammer ist von einem um den Radarsucher schwenkbaren Hohlkörper 16 gebildet. Der Hohlkörper 16 hat, wie noch im einzelnen beschrieben wird, eine solche Form, daß er als Strahlenfalle wirkt. In diesem Hohlkörper 16 ist wenigstens ein Radarsender 18 fest angeordnet.

Der Hohlkörper 16 ist unter Verwendung von Leichtbaustoffen hergestellt. Der Hohlkörper 16 ist in einer kardanischen Aufhängung 20 gelagert. Diese kardanische Lagerung enthält einen ersten Kardanrahmen 22, der fest mit dem Hohlkörper 16 verbunden ist und zwei diametral einander gegenüberliegende Arme 24 und 26 aufweist. Mit diesen Armen 24 und 26 sind der erste Kardanrahmen 22 und der Hohlkörper 16 um eine Achse 28 an einem zweiten Kardanrahmen 30 schwenkbar gelagert. Der zweite Kardanrahmen 30 ist in Lagern 32 um die Achse 34 gegenüber einem ortsfesten Gestell drehbar gelagert. Die kardanische Lagerung des Suchkopfes 12 enthält einen äußeren Kardanrahmen 35, der in Lagern 36 um die Achse 34 des

ortsfesten Gestells drehbar gelagert ist. An dem äußeren Kardanrahmen 35 ist ein innerer Kardanrahmen 36 über Lager 37 um eine Achse 38 gelagert, die in der dargestellten Mittelstellung mit der Achse 28 zusammenfällt. An dem inneren Kardanrahmen 36 ist der Suchkopf 12 in einem Lager 39 um eine Achse 40 drehbar gelagert.

Die Schnittpunkte der Achsen 28 und 34 und der Achsen 34 und 38 (Kardanmittelpunkt 14) fallen zusammen. Der Achsschnittpunkt der kardanischen Aufhängung 20, also der Schnittpunkt der Achsen 28 und 34 fällt mit dem Kardanmittelpunkt 14 des kardanisch gelagerten Radarsuchkopfes 12 zusammen.

Der Hohlkörper 16 ist ein langgestreckter Rotationskörper, der an einem sucherseitigen Ende eine Öffnung 42 aufweist und auf einer dieser Öffnung 42 gegenüberliegenden, abgeschlossenen Stirnseite 44 den Radarsender 18 trägt. Die Innenfläche des Hohlkörpers 16 ist - ähnlich wie die vorbekannten radarechhofreien Kammern mit einer Vielzahl von reflexionshemmenden Vorsprüngen 46 versehen.

Darüber hinaus hat der Hohlkörper 16, wie gesagt, eine solche Form, daß er als "Strahlenfalle" wirkt. Radarstrahlung, die nicht geradlinig durch die Öffnung 42 austritt sondern auf die Innenwandung des Hohlkörpers 16 trifft, wird durch die Form des Hohlkörpers 16 an der Innenwandung so reflektiert, daß sie nicht durch die Öffnung 42 austritt sondern stets wieder in den Hohlkörper 16 hineinreflektiert wird. Zu diesem Zweck ist die Innenfläche des Hohlkörpers 16 von der Öffnung 42 ausgehend zunächst in einem ersten Abschnitt 48 sich konisch erweiternd ausgebildet. Dann verjüngt sich die Innenfläche des Hohlkörpers 16 konisch in einem an den ersten Abschnitt anschließenden zweiten Abschnitt 50. Schließlich weist die Innenfläche einen langgestreckten dritten Abschnitt 52 auf, der sich flach konisch bis zu der abgeschlossenen Stirnfläche 44 erweitert.

Die Einhüllende 54 der reflexionshemmenden Vorsprünge 46 verläuft in dem ersten Abschnitt 48 und in dem zweiten Abschnitt 50 in konstantem Abstand von der Innenfläche des Hohlkörpers 16. In einem ersten Teilabschnitt 56 des dritten Abschnitts 52 verjüngt sich die Einhüllende 54 bis zu einem engsten Querschnitt 58 mit einem gegenüber dem Konuswinkel des zweiten Abschnitts 50 verringerten Konuswinkel. In einem zweiten Teilabschnitt 60 des dritten Abschnitts 52 erweitert sich die Einhüllende 54 wieder konisch von dem engsten Querschnitt 58 zu der abgeschlossenen Stirnfläche hin.

Bei der in der Figur schematisch dargestellten Ausführung sind zwei Radarsender 18 symmetrisch zur Längsachse 62 des Hohlkörpers 16 auf der

abgeschlossenen Stirnfläche 44 angeordnet. Auf der Längsachse 62 sitzt ein Infrarotstrahler 64. Auf diese Weise kann ein Multimodesucher geprüft werden, der sowohl auf Radarstrahlen als auch auf Infrarotstrahlen anspricht.

Es gibt Sucher, die sowohl einen Radarkanal im Zentimeter-oder Millimeterradarbereich enthalten als auch Kanäle, die auf andere Zielstrahlungen, z.B. auf Infrarotstrahlung, ansprechen. Bei solchen Suchern (Multimodesuchern) ergibt sich das Problem der gleichzeitigen Darstellungen beider Zielstrahlungen. Es müssen dann die scheinbaren Mittelpunkt der die beiden Strahlungsarten aussendenden Sender exakt zusammenfallen.

Das ist mit einer radarechofreien Kammer der beschriebenen Art besonders günstig zu erreichen, da hier die Sender fest in dem relativ zum Suchkopf 12 schwenkbar angeordneten, als radarechofreie Kammer dienenden Hohlkörper 16 angeordnet ist. Dabei ist ein weiterer Vorteil der beschriebenen radarechofreien Kammer von Bedeutung: Zwischen dem Sucher und dem Sender befinden sich keine Linsensysteme. Solche "Linsen" gibt es im optischen Bereich aber auch im Millimeterwellenbereich. Der Nachteil einer solchen Millimeterwellenlinse bestünde darin, daß diese Linse für andere Strahlung, also beispielsweise für infrarote Strahlung undurchlässig wäre. Die gleichzeitige Darstellung eines Zieles im Radar- und Infrarotbereich wäre daher nicht möglich.

Bei der beschriebenen Vorrichtung sind Radarsender 18 und ein Infrarotstrahler 64 so angeordnet, daß die scheinbaren Mittelpunkte der die beiden Strahlungsarten aussendenden Sender zusammenfallen. Der Suchkopf "sieht" dann ein Ziel, das von der gleichen Stelle aus sowohl Radarstrahlung als auch infrarote Strahlung aussendet. Dieses Ziel bewegt sich gegenüber dem Suchkopf durch Verschwenkung des Hohlkörpers 16, in welchem Radarsender 18 und Infrarotstrahler 64 fest angeordnet sind. Die Strahlung von dem Radarsender 18 wie von dem Infrarotstrahler 64 fällt unmittelbar ohne Zwischenschaltung fokussierender optischer Systeme (Linsen) auf den Suchkopf 12.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Darstellung von Radarzielen im Rahmen labormäßiger Untersuchungen des Verhaltens von Radarsuchern oder von Multimodesuchern mit Radarkanal,

(a) bei welcher durch eine radarechofreie Kammer eine Umgebung für einen mit einem Empfänger versehenen Radarsucher geschaffen wird, die bezüglich der am Ort des Empfängers meßbaren Radarstrahlung den Bedingungen des freien Raumes nahekommt

(b) in welcher Radarstrahlen aussendende Mittel angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

(c) die radarechofreie Kammer von einem um den Radarsucher schwenkbaren Hohlkörper (16) gebildet ist,

(d) der Hohlkörper (16) eine solche Form hat, daß er als Strahlenfalle wirkt,

(e) in diesem Hohlkörper (16) wenigstens ein Radarsender (18) fest angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (16) unter Verwendung von Leichtbaustoffen hergestellt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (16) in einer kardanischen Aufhängung (20) gelagert ist, deren Achsschnittpunkt im Kardanmittelpunkt (14) des kardanisch gelagerten Radarsuchers liegt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (16) ein langgestreckter Rotationskörper ist, der an einem sucherseitigen Ende eine Öffnung (42) aufweist und auf einer dieser Öffnung (42) gegenüberliegenden, abgeschlossenen Stirnfläche (44) den Radarsender (18) trägt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenfläche des Hohlkörpers (16) mit einer Vielzahl von reflexionshemmenden Vorsprüngen (46) versehen ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß

(a) die Innenfläche des Hohlkörpers (16) sich von der Öffnung (42) ausgehend in einem ersten Abschnitt (48) zunächst konisch erweitert,

(b) dann in einem zweiten, daran anschließenden zweiten Abschnitt (50) sich wieder konisch verjüngt und

(c) einen langgestreckten dritten Abschnitt (52) aufweist, der sich flach konisch bis zu der abgeschlossenen Stirnfläche (44) erweitert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einhüllende (54) der reflexionshemmenden Vorsprünge (46)

(a) in dem ersten und dem zweiten Abschnitt (48,50) in konstantem Abstand von der Innenfläche des Hohlkörpers (16) verläuft,

(b) in einem ersten Teilabschnitt (56) des dritten Abschnitts (52) sich bis zu einem engsten Querschnitt (58) mit einem gegenüber dem Konuswinkel des zweiten Abschnitts (50) verringerten Konuswinkel weiter verjüngt und

(c) in einem zweiten Teilabschnitt (60) des dritten Abschnitts (52) sich von dem engsten Querschnitt (58) zu der abgeschlossenen Stirnfläche (44) hin mit einem kleinen Konuswinkel wieder konisch erweitert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß

(a) in dem Hohlkörper (16) zusätzlich zu Radarsendermitteln (18) weitere strahlungsaussendende Mittel (64) angeordnet sind und

(b) die Strahlung von den Radarsendermitteln (18) und von den weiteren strahlungsaussendenden Mitteln (64) unmittelbar, ohne fokussierende optische Glieder auf den Sucher fällt. 5

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Radarsendermittel (18) und die weiteren strahlungsaussendenden Mittel (64) so angeordnet sind, daß die scheinbaren Mittelpunkte der die beiden Strahlungsarten aussendenden Mittel zusammenfallen. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

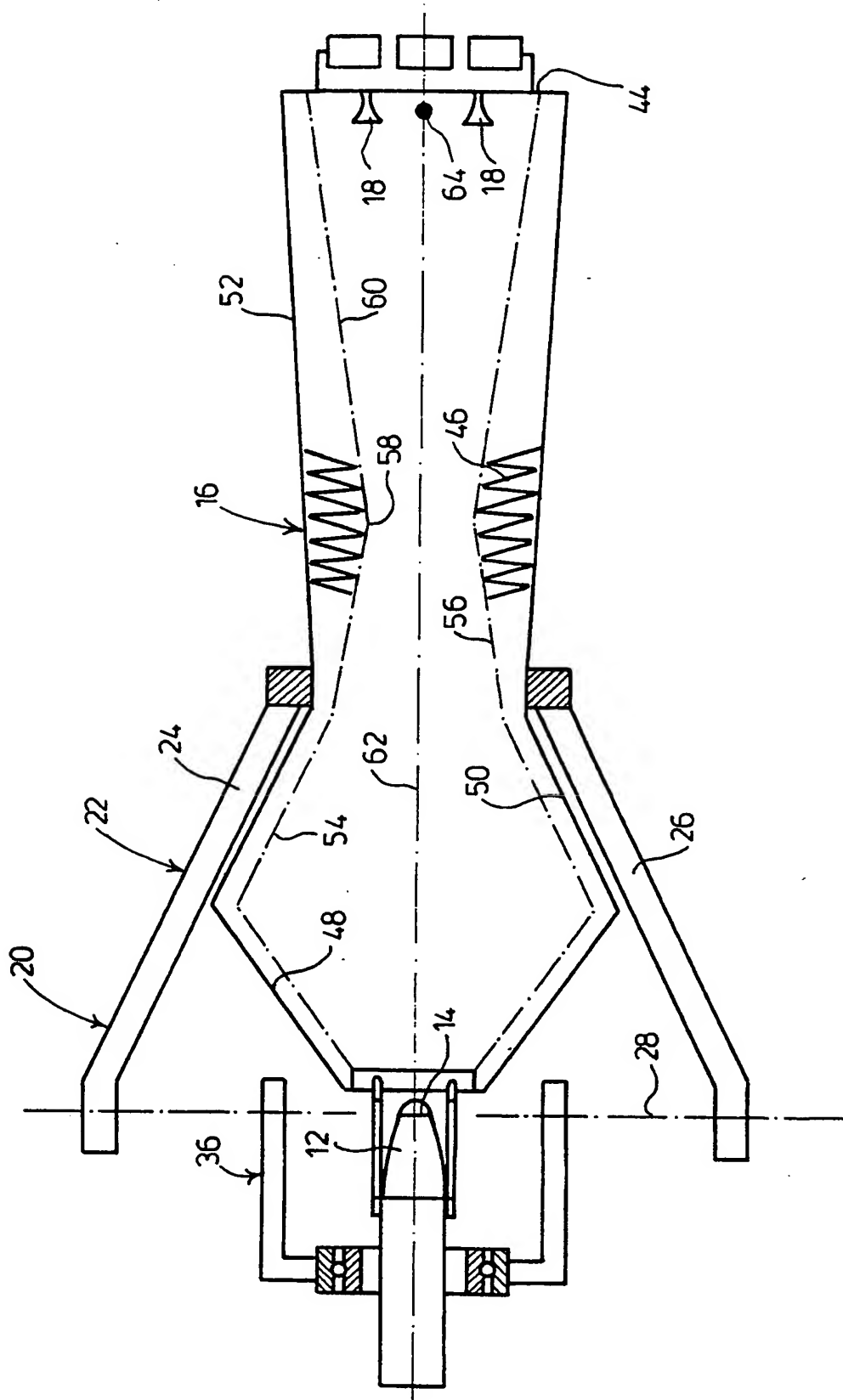
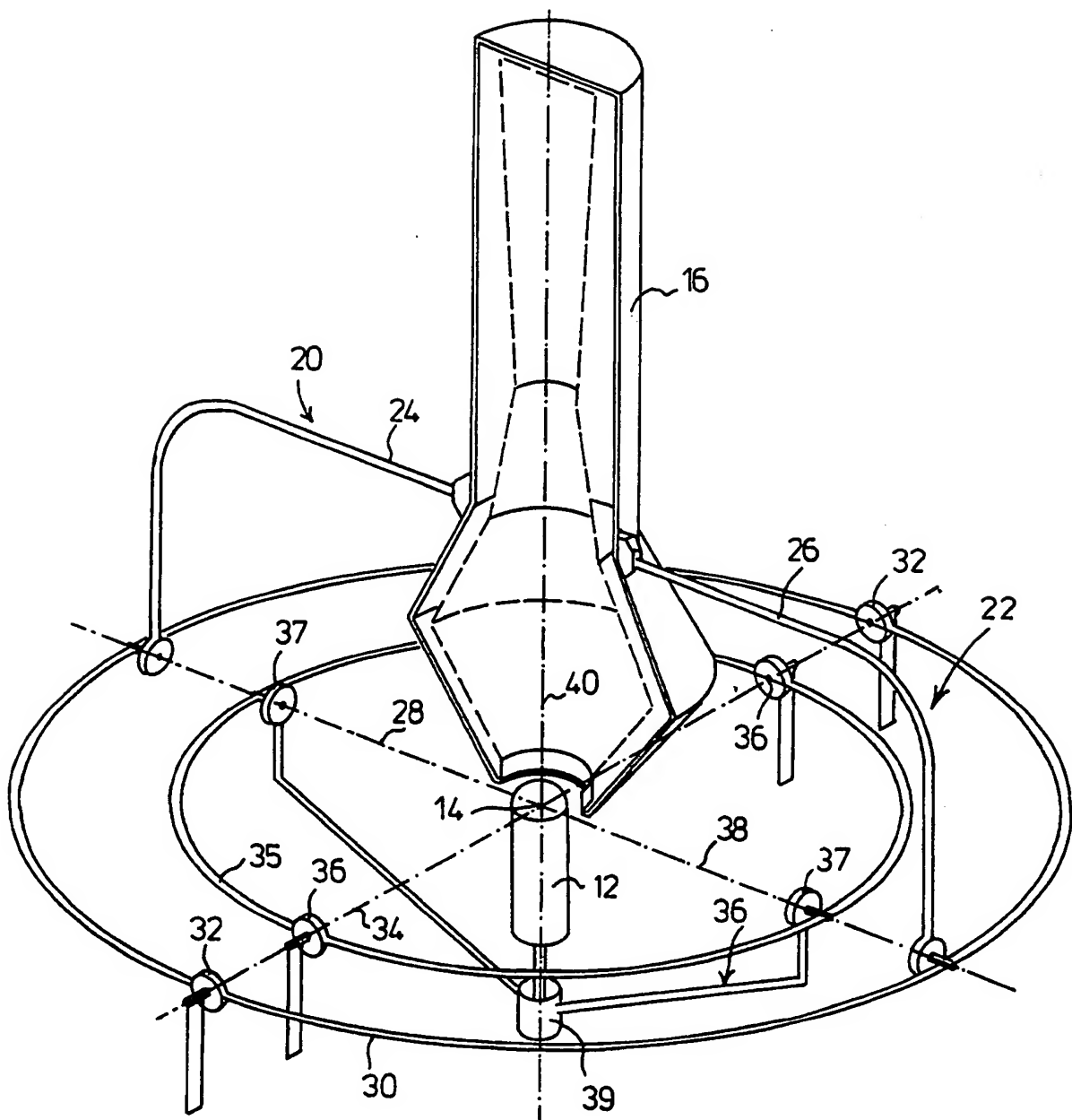


Fig. 1

*Fig. 2*

Apparatus for simulating radar targets during the laboratory testing of radar seekers.**Publication number:** EP0275430**Publication date:** 1988-07-27**Inventor:** PLATT KARL ERNST DIPL-ING; SCHERER NICOLAUS
HARALD ERNST**Applicant:** BODENSEEWERK GERAETETECH (DE)**Classification:****- International:** *G01R31/00; F41G7/00; G01R29/10; G01S3/02;
G01S7/40; H01Q17/00; G01R31/00; F41G7/00;
G01R29/10; G01S3/02; G01S7/40; H01Q17/00; (IPC1-
7): F41G7/00; G01R29/10; G01S3/02; G01S7/40***- European:** F41G7/00C1A; G01R29/10B; G01S3/02A1**Application number:** EP19870117788 19871202**Priority number(s):** DE19873701535 19870121**Also published as:**US4823132 (A)
JP63271175 (A)
EP0275430 (A)
DE3701535 (A)
EP0275430 (B)**Cited documents:**US3806943
DE2413373
US4507660
SU512522**Report a data error here**

Abstract not available for EP0275430

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide